

Atty. Dkt. 265-151  
345 P 381 US

# ***U.S. PATENT APPLICATION***

***Inventor(s):*** Roland GABRIEL  
Jorg LANGENBERG  
Jungen RUMOLD

***Invention:*** ANTENNENANORDNUNG

***NIXON & VANDERHYE P.C.  
ATTORNEYS AT LAW  
1100 NORTH GLEBE ROAD, 8<sup>TH</sup> FLOOR  
ARLINGTON, VIRGINIA 22201-4714  
(703) 816-4000  
Facsimile (703) 816-4100***

## ***SPECIFICATION***

Antennenanordnung

---

5

10 Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

15 Insbesondere die für eine Basisstation vorgesehenen Mobilfunkantennen umfassen üblicherweise eine Antennenanordnung mit einem Reflektor, vor welchem in Vertikalrichtung versetzt zueinander liegend eine Vielzahl von Strahlerelementen vorgesehen sind und somit ein Array bilden. Diese können beispielsweise in einer oder zwei senkrecht zueinander stehenden Polarisationen strahlen und empfangen. Die Strahlerelemente können dabei zum Empfang lediglich in  
20 einem Frequenzband ausgebildet sein. Die Antennenanordnung kann aber auch als Multiband-Antenne ausgebildet sein, beispielsweise zum Senden und Empfangen zwei versetzt zueinander liegenden Frequenzbändern. Auch sog. Triband-Antennen sind grundsätzlich bekannt.

25

Bekanntermaßen ist das Mobilfunknetz zellenförmig gestaltet, wobei jeder Zelle eine entsprechende Basisstation mit zumindest einer Mobilfunkantenne zum Senden und Empfangen

zugeordnet ist. Die Antennen sind dabei so aufgebaut, dass sie in der Regel in einem bestimmten Winkel gegenüber der Horizontalen mit nach unten gerichteter Hauptkeule strahlen, wodurch eine bestimmte Zellengröße festgelegt wird.

5 Dieser Absenkwinkel wird bekanntermaßen auch als Downtilt-Winkel bezeichnet.

Aus der WO 01/13459 A1 ist bereits von daher eine Phasenschieberanordnung vorgeschlagen worden, bei welcher bei  
10 einem einspaltigen Antennenarray mit mehreren übereinander angeordneten Strahlern der Downtilt-Winkel kontinuierlich unterschiedlich einstellbar ist. Gemäß dieser Vorveröffentlichung werden dazu Differenz-Phasenschieber verwendet, die bei unterschiedlicher Einstellung bewirken, dass  
15 die Laufzeitlänge und damit die Phasenverschiebung an den beiden Ausgängen eines jeweiligen Phasenschiebers in unterschiedlicher Richtung verstellt werden, wodurch sich der Absenkwinkel einstellen lässt.

20 Dabei kann die Ein- und Verstellung des Phasenschieberwinkels manuell oder mittels einer fernsteuerbaren Nachrüst-Einheit durchgeführt werden, wie dies beispielsweise gemäß der DE 101 04 564 C1 bekannt ist.

25 Obgleich sich die Einstellung unterschiedlicher Downtilt-Winkel durch Veränderung der Phasenlage, die den einzelnen Strahlerelementen zugeführt wird, grundsätzlich bewährt hat, ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine demgegenüber andersartige und zudem vereinfachte Lösung für  
30 die Einstellung unterschiedlicher Abstrahlwinkel, insbesondere Downtilt-Winkel zu schaffen und/oder neue Möglichkeiten der Einstellung des Abstrahlwinkels zu eröffnen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

5

Gemäß der vorliegenden Erfindung kann problemlos auch kontinuierlich eine Phaseneinstellung zwischen zwei Grenzwerten vorgenommen werden. Dies ist im Rahmen der Erfindung alleine durch eine entsprechende Leistungsaufteilung möglich. Wird aber neben einer Leistungsaufteilung zudem auch  
10 noch eine zeitliche Verschiebung der Signale realisiert, die den einzelnen Strahlern zugeführt werden, so ist sogar ein Schwenken über den Bereich der Systemkeulen hinaus möglich.

15

Erfindungsgemäß wird dabei von einer Antenne ausgegangen, die zumindest zwei Strahlersysteme umfasst, wobei jedes Strahlersystem aus mindestens einem, in der Regel aber aus mehreren Einzelstrahlern zusammengesetzt ist, wobei die  
20 zumindest beiden Strahlersysteme mit Versatz zueinander angeordnet sind und dabei zumindest in einer Polarisations-ebene strahlen. Ist beispielsweise das eine Strahlerelement des einen Strahlersystems mit einem Downtilt-Winkel von  $0^\circ$  und ein zweites Strahlerelement des zweiten  
25 Strahlersystems mit einem Downtilt-Winkel von  $10^\circ$  gegenüber der Horizontalen nach unten geneigt eingestellt, so kann mit der erfindungsgemäßen Antennenanordnung jeder beliebige Winkel, d.h. also jeder beliebige Downtilt-Winkel dazwischen kontinuierlich eingestellt werden. Unter  
30 zusätzlicher Berücksichtigung einer zeitlichen Verschiebung der Signale, die den Strahlern zugeführt werden, ist ein Schwenken über den Bereich der beiden Systemkeulen hinaus realisierbar.

Im Detail erfolgt dies erfindungsgemäß dadurch, dass ein Eingangssignal auf die diversen Strahlerelemente, d.h. auf die zumindest beiden versetzt zueinander vorgesehenen Strahlerelemente aufgeteilt wird, wobei die einzelnen

5 Anteile der (korrelierten) Signale den Strahlerelementen mit unterschiedlicher Amplitude zugeführt werden. Wird die gesamte Energie beispielsweise nur dem oberen mit  $0^\circ$  gegenüber der Horizontalen abstrahlenden Strahlerelement zugeführt, so erfolgt die gesamte Abstrahlung der Hauptkeule in Horizontalrichtung. Wird die gesamte Intensität

10 der unteren Strahlereinrichtung zugeführt, die beispielsweise mit einem Downtilt-Winkel von  $10^\circ$  voreingestellt ist, so erfolgt eine Abstrahlung der Hauptkeule in diesem nach unten geneigten  $10^\circ$ -Winkel. Wird die Energie nunmehr

15 kontinuierlich von einem zunehmend mehr auf den anderen Strahler umgeleitet und somit beiden Strahlersystemen bzw. zumindest beiden Strahlerelementen in unterschiedlichen Anteilen zugeführt, so bewirkt die Intensitätsaufteilung der den zumindest beiden Strahlerelementen zugeführten

20 Energie eine kontinuierliche Veränderung der Ausrichtung der Hauptkeule, die im erläuterten Beispiel somit zwischen  $0^\circ$  und maximal  $10^\circ$  mit unterschiedlichen Abstrahlwinkeln gegenüber der Horizontalebene eingestellt werden kann. Wird aber nicht nur eine Leistungsaufteilung der beiden

25 Einzelsignale vorgenommen, sondern wird zusätzlich auch noch eine seitliche Verschiebung der Signale realisiert, so kann - worauf bereits hingewiesen wurde - ein Schwenken über dem Bereich der beiden Systemkeulen hinaus realisiert werden.

30

Das Antennenarray weist gegenüber herkömmlichen Antennen eine wesentlich, vorzugsweise um den Faktor 2 engere Belegung der Strahler auf. Vorzugsweise werden die vertikal

angeordneten Strahler alternierend den beiden Strahlersystemen zugeordnet, d.h. z.B. der unterste Strahler wird mittels Anspeisung dem ersten Strahlersystem zugeordnet, der darüber liegende Strahler dem zweiten Strahlersystem, der dritte Strahler von unten wiederum dem ersten Strahlersystem usw. Die beiden Strahlersysteme werden auch als Sub-Arrays bezeichnet.

Wenn die entsprechenden Strahlerelemente bzw. deren Polarisationsrichtung vertikal ausgerichtet ist, so kann dadurch eine unterschiedliche Einstellung des Downtilt-Winkels vorgenommen werden. Sind die Strahlerelemente in Horizontalrichtung nebeneinander versetzt liegend bzw. ist deren Strahler- bzw. Polarisationssebene in Horizontalrichtung ausgerichtet, so kann durch die kontinuierliche verschiedene Intensitätszuführung des Signales eine unterschiedliche Winkeleinstellung in Azimutrichtung und nicht in Elevationsrichtung vorgenommen werden. Auch hier ist wiederum bei Berücksichtigung einer zusätzlichen zeitlichen Verschiebung neben einer reinen Leistungsaufteilung ein Verschwenken über den Bereich der beiden Systemkeulen hinaus möglich.

Wird aber beispielsweise ein Antennenarray mit zumindest zwei Spalten und mit in jeder Spalte zumindest zwei Strahlerelementen verwendet, so kann eine überlagerte Einstellung sowohl in Vertikal- als auch in Horizontalrichtung vorgenommen werden, um eine entsprechende Ausrichtung der Hauptkeule im Raum vorzunehmen, und dies alles nur durch unterschiedliche Intensitätszuführung, d.h. durch Speisung des Signales in unterschiedlicher Intensität für die einzelnen Strahlerelemente. Auch unterschiedliche Phasenlagen sind denkbar.

Natürlich ist die erfindungsgemäße Lösung grundsätzlich auch bei Verwendung von Strahlerelementen möglich, die in zwei senkrecht zueinander stehenden Polarisationen strahlen und dabei bevorzugt in einem  $+45^\circ$  bzw.  $-45^\circ$  Winkel gegenüber der Horizontalen (bzw. Vertikalen) ausgerichtet sind. Ebenso ist das Prinzip nicht nur bei einer Single-Band-Antenne, sondern auch bei einer Multi-Band-Antenne umsetzbar, die entsprechende Strahler für zwei, drei etc. Frequenzbänder aufweist.

10 Dabei ist es ferner auch möglich, dass beispielsweise der durch die Grundeinstellung der Strahlerelemente festgelegte Grenzwert beispielsweise durch mechanische Verstellung, gegebenenfalls auch durch mechanisch fernsteuerbare unterschiedliche Winkleinstellung verändert werden kann. Zudem  
15 kann auch durch zusätzlich unterschiedliche Phaseneinstellung ein oberer oder unterer Grenzwert der Antennenanordnung so unterschiedlich eingestellt werden, dass durch die unterschiedliche Intensitäts-Zuführung wiederum  
20 jeder beliebige Zwischenwert der Hauptkeulen-Ausrichtung zwischen den so vorgegebenen Grenzwerten realisierbar ist.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Speisung einer entsprechenden Antennenanordnung mittels  
25 eines Netzwerkes, welches eine Leistungsaufteilung auf die vorgesehenen Strahlerelemente realisiert. Dies kann beispielsweise in Kombination mit einem Phasenschieber erfolgen, der im einfachsten Fall wiederum aus einem Differenzphasen-Schieber besteht, der z.B. mit einem  $3\text{ dB-}90^\circ$ -  
30 Hybrid zusammenarbeitet. Am Eingang des Hybrids liegen die Signale gleicher Amplitude jedoch mit unterschiedlicher Phase an. Dies bewirkt am Ausgang des Netzwerkes, dass die Signale dort gleichphasig vorliegen, allerdings mit unter-

5       schiedlichen Amplituden. Somit kann also durch unterschiedliche Einstellung des dem Netzwerk vorgelagerten Phasenschiebers durch die unterschiedliche Phasensteuerung eine Speisung mit gleicher Phase und unterschiedlichen Amplituden realisiert werden.

10       Es ist aber nicht nur eine vertikale Anordnung der einzelnen Strahler und die Zusammenfügung zu Strahlersystemen z.B. mit einer alternierenden Aufteilung möglich, sondern auch eine Anordnung der Strahler bzw. Strahlersysteme, die nicht übereinander, sondern nebeneinander angeordnet sind. Grundsätzlich sind auch andere Anordnungen denkbar, die von einer nur vertikal oder nur horizontal versetzten Anordnung abweichen. Von daher beschränkt sich die Nutzbarkeit der Erfindung nicht nur auf eine variable oder feststehende Veränderung der vertikalen Ausrichtung des Strahlungsdiagramms, sondern es kann grundsätzlich auch eine Anordnung zur Steuerung der horizontalen Ausrichtung der Strahlungskeule realisiert werden. So sind beispielsweise Antennen und Antennensysteme denkbar, die je nach Beschaltung eines Netzwerkes zwei Horizontal-Diagramme erzeugen. Durch ein geeignetes zusätzliches Netzwerk erwiesen sich ähnlich wie für den vertikalen Fall mittels einer Leistungsaufteilung auch für eine horizontale Anordnung der Strahler sämtliche Ausrichtung zwischen den Richtungen der beiden Einzelkeulen stufenlos einstellbar. Wird neben einer reinen Leistungsaufteilung auch noch eine Phasenverschiebung, also eine zeitliche Verschiebung der Signale erzeugt, so kann sowohl in Horizontal- als auch in Vertikalrichtung ein Verschwenken über die beiden Systemkeulen hinaus durchgeführt werden. Mit einer entsprechenden Kombination von vertikaler und horizontaler Steuerung ist es dabei auch möglich, eine stufenlos veränderte Aus-

richtung im Raum vorzunehmen.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung  
ergeben sich nachfolgend aus den anhand von Zeichnungen  
5 dargestellten Ausführungsbeispiel. Dabei zeigen im Einzelnen:

10      Figur 1 :      eine schematische frontseitige Ansicht auf  
eine Antennenanordnung mit zwei übereinander angeordneten Strahlerelementen (Dipolstrahlern);

15      Figur 2 :      eine schematische Seitendarstellung der  
Antennenanordnung nach Figur 1 mit vorgeschaltetem Netzwerk mit einem  $90^\circ$ -Hybrid und einem Differenzphasenschieber zur Amplitudensteuerung;

20      Figur 3 :      eine schematische Ansicht der unterschiedlich voreingestellten Keulen der Antennenanordnung und der dazwischen beliebig einstellbaren, sich durch Überlagerung ergebenden Keule des Gesamtsystems;

25      Figur 4 :      ein zu Figur 1 abgewandeltes Ausführungsbeispiel;

30      Figur 5 :      ein entsprechendes Beispiel zur Einstellung eines unterschiedlichen Azimutwinkels für die Hauptkeule;

Figur 6 :      ein Beispiel einer entsprechenden unterschiedlichen Einstellung einer durch Über-

lagerung entstehenden Keule, die in Azimut- und in Elevationsrichtung unterschiedlich einstellbar ist;

5     Figur 7 :       ein weiteres Ausführungsbeispiel in schematischer Ansicht; und

10     Figur 8 :       ein weiteres schematisches Ausführungsbeispiel für ein Antennensystem mit wechselweise übereinander angeordneten Strahlern, wobei die beiden Strahlersysteme jeweils mit abwechselnd aufeinander folgenden Einzelstrahlern oder Strahlergruppen versehen sind, und die zugehörigen Reflektor zu-

15     mindest einer Strahlergruppe in einem anderen Winkel zu den Reflektoren der anderen Strahlergruppe ausgerichtet sind.

20     In Figur 1 ist in schematischer Frontansicht eine Antennenanordnung mit einem vertikal ausgerichteten Reflektor 1 dargestellt, vor welchem zwei Strahlereinrichtungen 3 vertikal übereinander angeordnet sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel besteht jeder der beiden Strahlereinrichtungen 3 aus einem Dipolstrahler 3.1 bzw. 3.2 mit Verti-

25     kalausrichtung. Die Antennenanordnung strahlt somit in einer vertikalen Polarisationssebene in einem Frequenzband.

30     In Figur 2 ist nunmehr ebenfalls nur rein schematisch zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Prinzips die Antennenanordnung gemäß Figur 1 in Seitendarstellung wiedergegeben. Die beiden Strahlereinrichtungen 3 sind dabei bei dem erläuterten Ausführungsbeispiel von Hause aus (z.B.

fix) so voreingestellt (beispielsweise durch mechanische Ausrichtung), dass die obere Strahlereinrichtung 3.1 exakt in Horizontalrichtung und die untere Strahlereinrichtung 3.2 beispielsweise mit einem Downtilt-Winkel  $\alpha$  von  $10^\circ$  gegenüber der Horizontalebene nach unten geneigt strahlt. Diese Voreinstellung kann ebenfalls durch entsprechend mechanische Vorjustierung fest eingestellt sein. Die Hauptkeulen 7.1 und 7.2 der beiden Strahlereinrichtungen 3.1 und 3.2 sind in Figur 2 eingezeichnet, ebenso wie die jeweils zugeordnete Horizontalebene 11.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird die so gebildete Antennenanordnung über ein Netzwerk 13 gespeist, welches im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Hybrid-Schaltung 15, beispielsweise ein 3 db- $90^\circ$ -Hybrid umfasst, welchem ein Phasenschieber 17, im gezeigten Ausführungsbeispiel ein Differenzphasenschieber 17, vorgelagert ist.

Die Steuerung soll im gezeigten Ausführungsbeispiel nachfolgend erläutert werden, wobei von der Grundstellung ausgegangen wird, in der sich der Phasenschieber 17 in seiner neutralen Mittellage befindet, wobei an dem Eingang 15a bzw. 15b der Hybridschaltung 15 die vom Phasenschieber kommenden Signale mit gleicher Amplitude anliegen. Befindet sich der Phasenschieber 17 in seiner mittleren Ausgangs- oder Neutrallage, so liegen an den beiden Eingängen 15a und 15b der Hybrid-Schaltung 15 die Signale auch mit gleicher Phasenlage an.

Wird nunmehr aber der Phasenschieber beispielsweise gemäß den Pfeildarstellungen 19 aus der mittleren Neutrallage nach links oder rechts verschoben, so unterscheidet sich die Phasenlage am Eingang 15a von jener am Eingang 15b

allein dadurch, dass das vom Phasenschieber kommende Signal im Einleitungszweig 19a bei einer Verkürzung der elektrischen Leitung früher eintrifft und im zweiten Zweig 19b aufgrund eines größeren Weges und einer dadurch verursachten Laufzeitverzögerung später eintrifft. Dies hat zur Folge, dass am Ausgang des Netzwerkes, also am Ausgang 15'a, 15'b die entsprechenden Signale nunmehr wiederum mit gleicher Phase anstehen, allerdings mit unterschiedlichen Amplituden. Werden diese nunmehr gleichphasig vorliegenden Signale mit den entsprechenden unterschiedlichen Amplituden an die beiden Strahlersysteme, d.h. die Strahlereinrichtung 3.1 und 3.2, gegeben, so erhält je nach Stellung des Phasenschiebers die obere Strahlereinrichtung 3.1 oder die untere Strahlereinrichtung 3.2 einen unterschiedlich größeren oder kleineren Intensitätsanteil des gespeisten Signales.

Würde das Signal mit seiner gesamten Intensität ausschließlich nur der oberen Strahlereinrichtung 3.1 zugeführt werden, so würde die erläuterte Antennenanordnung in exakt Horizontalrichtung strahlen (da der unteren Strahlereinrichtung 3.2 überhaupt keine Energie zugeführt wird). Würde das gesamte Speisesignal ausschließlich der unteren Strahlereinrichtung 3.2 zugeführt werden, so würde das gesamte Antennenarray exakt mit dem Downtilt-Winkel  $\alpha$  von dem gezeigten Ausführungsbeispiel beispielsweise  $10^\circ$  abstrahlen. Wird aber nunmehr das Signal mit unterschiedlicher Intensität sowohl der oberen als auch der unteren Strahlereinrichtung 3.1 und 3.2 zugeführt, so kann je nach Stellung des Phasenschiebers und damit in Abhängigkeit der unterschiedlichen Intensitätsaufteilung nunmehr eine Absenkung des Strahlungsdiagrammes und damit eine Absenkung der Hauptstrahlkeule in dem Grenzintervall von  $0^\circ$  und  $\alpha =$

10° beliebig eingestellt werden. In Figur 3 ist dabei schematisch jeweils die Hauptkeule 18.1 und 18.2 dargestellt, die die beiden von Hause aus fix eingestellten Abstrahlwinkel für das obere Strahlerelement 3.1 und das untere Strahlerelement 3.2 wiedergeben. Durch die entsprechende Intensitätsaufteilung auf das obere und untere Strahlersystem 3.1, 3.2 kann nunmehr in Fernfeldbetrachtung durch Überlagerung der unterschiedlich einstellbaren Intensitäten der Hauptkeule 18.1 und 18.2 eine Hauptkeule 18.3 in unterschiedlichen dazwischen liegenden Abstrahlwinkeln eingestellt werden.

Wird z.B. ein Steuergerät in der Basisstation und/oder ein steuerbares Zusatzgerät beispielsweise in Form eines Schrittmotors verwendet, so kann hierüber der Phasenschieber 17 entsprechend angesteuert und bezüglich der Antenne eine gewünschte Absenkung der resultierenden Strahlungskeule einfachst eingestellt werden.

Anhand des erläuterten Ausführungsbeispiels gemäß der Figuren 1 bis 3 ist also eine unterschiedliche Einstellung der durch Überlagerung entstehenden Hauptkeule der Antennenanordnung in Elevationsrichtung möglich.

Ebenso kann aber auch eine unterschiedliche Abstrahl-Winkeleinstellung in Horizontalrichtung, also in Azimutrichtung, vorgenommen werden. Dazu wird auf das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 verwiesen, in der eine entsprechende Antennenanordnung mit zwei Strahlereinrichtungen 3.1 und 3.2 beschrieben ist, die allerdings nunmehr in Horizontalrichtung versetzt zueinander liegen. Dass die Polarisationsebene dabei nicht in Längsrichtung des Reflektors angeordnet sein muss, sondern auch in anderer Richtung,

beispielsweise quer zur Längserstreckungsrichtung des Reflektors verlaufen kann, wird ebenfalls anhand von Figur 4 verdeutlicht, indem dort die beiden in Horizontalrichtung mit Seitenversatz angeordneten Strahlereinrichtungen 3.1 und 3.2 ebenfalls wieder vertikal ausgerichtet sind, also in einer vertikalen Polarisationssebene strahlen.

Die Speisung erfolgt gemäß Figur 5 ebenfalls wieder über ein anhand von Figur 2 erläutertes Netzwerk 13. Auch hier kann durch entsprechende Verstellung des Phasenschiebers aus seiner mittleren Neutrallage heraus der Hybrid-Schaltung 15 an den beiden Eingängen 15a und 15b ein Signal mit gleicher Intensität, aber unterschiedlichen Phasenlage zugeführt werden, was am Ausgang 15'a und 15'b der Hybrid-Schaltung 15 bedeutet, dass das dort anstehende Signal nunmehr mit gleicher Phasenlage, aber unterschiedlicher Intensität den beiden Strahlereinrichtungen 3.1 und 3.2 zugeführt wird. Ist beispielsweise in diesem Ausführungsbeispiel (Figur 5 soll dabei schematisch die Antennenanordnung mit zwei Strahlersystemen 3.1 und 3.2 wiedergeben, die in einer Horizontalebene nebeneinander angeordnet sind) vorgesehen, dass die beiden Strahlereinrichtungen 3.1 und 3.2 jeweils in einem Winkel von  $-\alpha$  und  $+\alpha$ , beispielsweise von  $-15^\circ$  und  $+15^\circ$  gegenüber einer mittleren Vertikalebene nach außen strahlen, so kann nunmehr durch entsprechende Intensitätsaufteilung die Strahlrichtung der Hauptkeule zwischen diesen beiden Extremwerten von  $-15^\circ$  bis  $+15^\circ$  unterschiedlich eingestellt werden.

Anhand von Figur 6 ist nunmehr ein Antennenarray mit zwei Spalten 23a und 23b gezeigt, in welchem jeweils zwei übereinander angeordnete Strahlereinrichtungen 3.11 und 3.21 in der einen Spalte bzw. 3.12 bzw. 3.22 in der zweiten

Spalte vorgesehen sind.

Ein Eingangssignal wird nunmehr dem Eingang 17a des ersten Phasenschiebers 17 zugeführt, der entsprechend seiner Verstellrichtung über die nachgeordnete Hybrid-Schaltung 15 am Ausgang der Hybridschaltung 15 ein Signal mit gleicher Phasenlage, aber unterschiedlicher Intensität erzeugt. Darüber wird beispielsweise wieder der Downtilt-Winkel des Antennenarrays gemäß Figur 6 eingestellt. Die entsprechenden beiden Signale werden aber nunmehr über eine entsprechende Schaltung mit einem Phasenschieber 117a bzw. 117b und einer jeweils nachgeordneten Hybridschaltung 115a bzw. 115b nochmals über die Phasenschieber 117a, 117b so beeinflusst, dass am Ausgang je nach Stellung des Phasenschiebers eine größere oder kleinere Intensität des Signals entweder dem oberen Dipolstrahler 3.11 oder 3.12 und ebenso eine größere oder kleinere Intensität entweder dem unteren Dipolstrahler 3.21 oder 3.22 zugeführt wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel gemäß Figuren 6 sind dabei bevorzugt die beiden Phasenschieber 117a und 117b in der zweiten Stufe miteinander gekoppelt, so dass die Intensitätsverteilung für die Strahlerelemente in der linken bzw. rechten Spalte 23a, 23b im gleichen Verhältnis zueinander aufgeteilt werden.

Durch diese Anordnung kann durch entsprechende Ein- oder Verstellung des Phasenschiebers 17 in der ersten Stufe des Netzwerkes in Zusammenarbeit mit dem nachgeschalteten Hybrid 15 der ersten Stufe der Downtilt-Winkel und durch entsprechende Betätigung bzw. Einstellung der Phasenschieber 117a und 117b mit den jeweils zugeordneten Hybridschaltungen 115a, 115b in der zweiten Stufe eine entsprechende Winkeleinstellung in Azimutrichtung vorgenommen

werden, um die Hauptkeule zwischen den systembedingt vorgegebenen Abstrahlwinkeln als Grenzwert dazwischen liegend beliebig einzustellen. Die Eck- oder Grenzwerte für die unterschiedliche einstellbaren Downtilt-Winkel sind grundsätzlich durch die beiden Systemkeulen vorgegeben. Diese Grenzwerte können aber überwunden werden, wenn zusätzlich noch für einen oder mehrere Strahlerelemente eine separate Phasenverschiebung vorgenommen und das Signal mit einer entsprechenden Phasenverschiebung zugeführt wird.

10

15

20

25

30

Anhand von Figur 7 ist eine Antennenanordnung mit mehreren einzelnen Strahlern oder Strahlereinrichtungen 3 gezeigt, und zwar beispielhaft für zwei Strahlersysteme. Über eine Summen- bzw. Verzweigungsschaltung 27.1 wird ein Signal jeweils einer zum ersten Strahlersystem 3.1 gehörenden Gruppe und über eine zweite Summen- bzw. Verzweigungsschaltung 27.2 ein entsprechendes Signal einer zum zweiten Strahlersystem 3.2 gehörenden Gruppe von Strahlerelementen zugeführt, die jeweils abwechselnd vertikal übereinander angeordnet sind. Es kann sich hier beispielsweise um Dipolstrahler handeln, aber auch um andere Strahlereinrichtungen, beispielsweise Patchstrahler etc. Durch eine entsprechende Hybridschaltung und eine Phasenschieberanordnung vergleichbar Figur 2 kann dabei eine Winkeleinstellung vorgenommen werden, wobei die erste Strahlergruppe von Hause aus mit einem vorgegebenen Downtilt-Winkel von beispielsweise  $\alpha=0^\circ$ ,  $2^\circ$ ,  $4^\circ$  etc. und die zweite Strahlergruppe mit der zweiten Strahlereinrichtung 3.2 beispielsweise auf einen festen Downtilt-Winkel von  $10^\circ$ ,  $12^\circ$ ,  $16^\circ$  etc. eingestellt sein kann. Zwischen den so vorgegebenen Grenzwerten kann dann allein nur durch die Intensitätsaufteilung ein Downtilt-Winkel eingestellt werden. Eine gleiche Anordnung kann natürlich auch wieder entsprechend dem

Ausführungsbeispiel nach den Figuren 4 und 5 zur unterschiedlichen Ausrichtung der Hauptkeule in Azimutrichtung verwendet werden.

- 5 Wesentlich bei der Anordnung nach Figur 7 ist, dass gegenüber herkömmlichen Antennen eine wesentlich engere Belegung der Strahler realisiert wird, vorzugsweise ist der Stockungsabstand um den Faktor 2 geringer als bei bekannten Antennenanordnungen. Der wesentliche Unterschied zur  
10 bestehenden Antennenanordnung liegt also nunmehr darin, dass der Abstand der Einzelstrahler vorzugsweise im Bereich der halben Wellenlänge der Betriebsfrequenz liegen sollte, statt im Bereich einer ganzen Wellenlänge, wie es von üblichen Antennenanordnungen bekannt ist. Durch diese  
15 Reduzierung des Antennenstockungsabstandes "etwa um den Faktor 2" können besonders brauchbare Einzeldiagramme mit möglichst geringen Nebenkeulen erzeugt werden.

- 20 Nachfolgend wird auch noch auf ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß Figur 8 Bezug genommen.

- Gemäß Figur 8 werden verbesserte Diagramme mit reduzierten Nebenkeulen dann erzielt, wenn die Einzelstrahler des Strahlersystems mit abgesenkter Hauptkeule bereits Einzeldiagramme mit einem Downtilt-Winkel im Bereich des  
25 gewünschten Downtilts des gesamten Strahlersystems aufweisen.

- 30 Einen solchen Downtilt für die Einzelstrahler kann man z.B. dadurch erreichen, dass der entsprechende Reflektorbereich, wie im Ausführungsbeispiel nach Figur 8 dargestellt ist, die gewünschte Neigung aufweist. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 8 wird also nicht eine ge-

meinsame Reflektorebene verwendet, sondern es sind den einzelnen Strahlern separat zugeordnete Reflektoren vorgesehen. Dabei ist die Anordnung wieder alternierend derart aufgebaut, dass beispielsweise der erste, dritte, fünfte, siebte etc. Strahler 3.1', 3.3', 3.5' und 3.7' über ein Leitungssystem 51 mit entsprechender Leistungsverzweigung 53 gespeist werden, und dass die übereinander angeordneten Strahlersysteme 2, 4, 6, 8 etc. (also die Strahlersysteme 3.2', 3.4', 3.6' und 3.8') über ein Leitungssystem 55 mit nachfolgender Leistungsverzweigung 57 gespeist wird. Die ungeraden Strahlersysteme 3.1', 3.3', 3.5' etc. haben beispielsweise zugeordnete Reflektoren 1, die in Vertikalrichtung ausgerichtet sind (können aber auch einen abweichenden Winkel dazu aufweisen und vor-

eingestellt sein). Die jeweils geraden Strahlersysteme 3.2', 3.4', 3.6' etc. weisen Reflektorsysteme 1' auf, die gegenüber den ersten Strahlersystemen 3.1', 3.3', 3.5' etc. in einem anderen Winkel, beispielsweise einem vor-einstellbaren oder mechanisch veränderbaren Winkel eingestellt sind. Die mechanische Verstellung kann dabei ebenfalls wieder fernsteuerbar über ein fernsteuerbares Einstellmodul erfolgen, welches die in Figur 8 gezeigten Reflektoren 1' der zweiten Strahlersysteme je nach Bedarf in unterschiedliche Winkelrichtung einstellen kann. Dieses Ausführungsbeispiel zeigt, dass eine zusätzliche Verstellung einzelner Strahler entweder auf elektrischem Wege durch unterschiedliche Einstellung eines Phasenversatzes oder auch auf dem erläuterten mechanischen Wege erfolgen kann.

30

Weitere Möglichkeiten zur Absenkung der Einzeldiagramme sind z.B. durch das Hinzufügen parasitärer Strahlerelemente in der Umgebung der jeweiligen Dipole denkbar.

Bevorzugt ist die Anordnung jeweils derart, dass benachbarte Strahlerelemente nicht oder nur unwesentlich von geneigten Reflektorwänden oder parasitären Strahlerelementen beeinflusst werden. Bei Dipolstrahlern kann man dies

5 z.B. dadurch erreichen, dass die einzelnen Dipole durch Trennwände voneinander isoliert werden.

345 P 381

---

5

**Ansprüche:**

1. Antennenanordnung mit den folgenden Merkmalen

- es sind zumindest zwei Strahlersysteme (3.1, 3.2) vorgesehen, die jeweils zumindest ein Strahlerelement umfassen,
- die zumindest beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2) sind mit Versatz in Horizontal- und/oder Vertikalrichtung zueinander angeordnet, vorzugsweise vor einem Reflektor (2),
- die zumindest beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2) strahlen zumindest in einer Polarisationssebene,

**gekennzeichnet durch** die folgenden weiteren Merkmale

- die zumindest beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2) sind so angeordnet und/oder so gespeist, dass die Hauptkeule (7.1) der ersten Strahlereinrichtung (3.1) und die Hauptkeule (7.2) der zweiten Strahlereinrichtung (3.2) einen Winkel ( $\alpha$ ) miteinander einschließen,
- es ist ein Netzwerk (13) vorgesehen, worüber dem ersten Strahlersystem (3.1) und dem zweiten Strahlersystem (3.2) ein Signal mit unterschiedlich relativ zueinander einstellbarer Intensität zuführbar ist, wodurch eine unterschiedliche Winkel-Ausstrahlrichtung ( $\alpha$ ) der Antennenanordnung einstellbar ist.

30

2. Antennenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2) vertikal übereinander angeordnet sind.

3. Antennenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2) mit Horizontalversatz zueinander angerodnet sind.

5 4. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Spalten (23.1, 23.2) vorgesehen sind, wobei in jeder Spalte (23.1, 23.2) zumindest zwei Strahlereinrichtungen (3.1, 3.2) übereinander angeordnet sind, wodurch die Ausstrahlrichtung der  
10 durch Überlagerung entstehenden Hauptkeule der Antennenanordnung in Elevations- und Azimutrichtung einstellbar ist.

15 5. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Netzwerk eine Hybridschaltung (15, 115a, 115b) und eine Phasenschieberanordnung (17, 117a, 117b) umfasst, dergestalt, dass durch die Phasenschieberanordnung (17, 117a, 117b) ein Signal mit bevorzugt gleicher Intensität, aber unterschiedlicher  
20 Phasenlage den Eingängen (15a, 15b) der Hybridschaltung (15, 115a, 115b) zugeführbar ist, so dass am Ausgang (15'a, 15'b) der Hybridschaltung (15, 115a, 115b) jeweils ein Signal mit gleicher Phasenlage aber unterschiedlicher Intensität ansteht.

25 6. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Phasenschieberanordnung (17, 117a, 117b) aus einem Differenz-Phasenschieber besteht.

30 7. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Phasenschieberanordnung (17, 117a, 117b) aus einer Anordnung mit unterschiedlich

langen Leitungsweglängen besteht.

8. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antennenanordnung zu-  
5       mindest zwei Strahlersysteme umfasst, wobei jedes Strah-  
lersystem zumindest zwei Strahlerelemente umfasst, wobei  
die Strahlerelemente (3.1) des ersten Strahlersystems zu  
den Strahlerelementen (3.2) des zweiten Strahlersystems  
jeweils versetzt zueinander, vorzugsweise längs einer  
10       Anbaurichtung abwechselnd zueinander angeordnet sind.

9. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest beiden Strah-  
lersysteme (3.1, 3.2) jeweils zumindest zwei, vorzugsweise  
15       mehrere Strahler oder Strahlerelemente (3.1, 3.2) umfas-  
sen, die in Anbaurichtung ineinander verschachtelt, vor-  
zugsweise alternierend angeordnet sind.

10. Antennenanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekenn-  
20       zeichnet**, dass der Abstand der einzelnen verschachtelt  
angeordneten Strahler oder Strahlerelemente (3.1, 3.2) im  
Bereich der halben Wellenlänge der Betriebsfrequenz liegt.

11. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest beiden Strah-  
25       lersysteme (3.1, 3.2) mehrere Strahler und Strahlerelemen-  
te (3.1, 3.2) umfassen, die als flächenhaft angeordnete  
Strahler in zwei winklig zueinander liegenden Anbaurich-  
tungen, vorzugsweise in zwei rechtwinklig zueinander  
30       stehenden Anbaurichtungen, ineinander verschachtelt und  
vorzugsweise alternierend angeordnet sind, und dass ein  
Netzwerk (13) vorgesehen ist, worüber mittels einer Kombi-  
nation von vorzugsweiser vertikaler und horizontaler

Steuerung eine Ausrichtung der Hauptkeule im Raum vornehmbar ist.

345 P 381

---

5     Antennenanordnung

---

10    Zusammenfassung:

Eine verbesserte Antennenanordnung weist folgende Merkmale auf

- 15    - die zumindest beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2) sind so angeordnet und/oder so gespeist, dass die Hauptkeule (7.1) der ersten Strahlereinrichtung (3.1) und die Hauptkeule (7.2) der zweiten Strahlereinrichtung (3.2) einen Winkel ( $\alpha$ ) miteinander einschließen,
- 20    - es ist ein Netzwerk (13) vorgesehen, worüber dem ersten Strahlersystem (3.1) und dem zweiten Strahlersystem (3.2) ein Signal mit unterschiedlich relativ zueinander einstellbarer Intensität zuführbar ist, wodurch eine unterschiedliche Winkel-Ausstrahlrichtung ( $\alpha$ ) der Antennenanordnung einstellbar ist.

25

( Figur 2 )